

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09050026
PUBLICATION DATE : 18-02-97

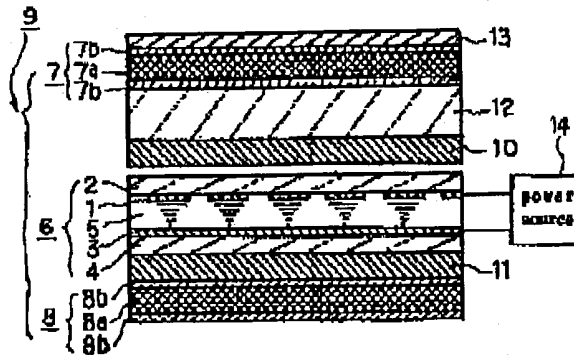
APPLICATION DATE : 08-08-95
APPLICATION NUMBER : 07202303

APPLICANT : SUMITOMO CHEM CO LTD;

INVENTOR : SHIMIZU AKIKO;

INT.CL. : G02F 1/1335 G02F 1/1333 G02F
1/1347

TITLE : LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a liquid crystal display device having high-quality display performance and improved in the display performance with respect to display quality such as the color reproducibility, the contrast characteristic and the visual angle characteristic of a displayed picture.

SOLUTION: This liquid crystal display device is provided with a liquid crystal display element 9 to be driven for displaying the picture, optical anisotropic elements 10 and 11 having an optical axis perpendicular to the substrate surface of the element 9 and such a characteristic that its optical anisotropy is negative contrarily to a liquid crystal layer 5 and respectively arranged on the upper and the lower sides of a liquid crystal cell 6 for driving one by one, and a light control element 12 arranged below a polarizing plate 7 on a display surface side out of two polarizing plates 7 and 8 and having the anisotropy of light scattered transmissivity that the scattered transmitting intensity of light in a specified direction shows larger distribution than that in a direction other than the specified direction and the light of the direction other than the specified direction is advanced straight and transmitted.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-50026

(43) 公開日 平成9年(1997)2月18日

(51) Int.Cl. ^a	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1335	5 1 0	G 0 2 F	1/1335
	1/1333			1/1333
	1/1347			1/1347

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平7-202303

(22) 出願日 平成7年(1995)8月8日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71) 出願人 000002093

住友化学工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 石川 正仁

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 渡辺 良一

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 弁理士 須山 佐一

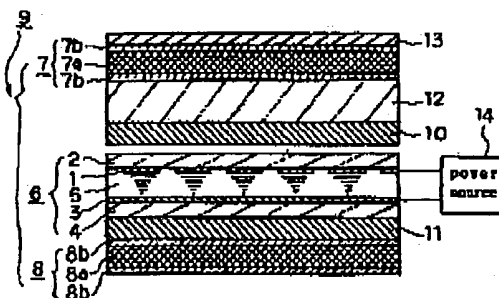
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 表示画像の色再現性やコントラスト特性や視角特性等の表示品質に大きく関与する表示性能を向上し高品質な表示性能の液晶表示装置を実現する。

【解決手段】 画像を表示するために駆動される駆動用液晶表示素子9と、この駆動用液晶表示素子9の基板表面に対して垂直な光軸を持ち、液晶層5とは逆に光学異方性が負である特性を備え、駆動用液晶セル6の上側・下側にそれぞれ1枚ずつ配置された光学異方素子10、11と、2枚の偏光板7、8のうち表示面側の偏光板7の下側に配置され、特定方位での光の散乱透過強度がそれ以外の方向での光の散乱透過強度よりも大きな分布を示す一方、前記の特定方位以外の方位の光は直進して透過させる光散乱透過率異方性を備えた光制御素子12と、を具備している。



(2)

特開平9-50026

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の電極が形成された第1の基板と、第2の電極が形成され前記第1の基板に間隙を有して対向配置された第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間隙に、周囲を封止されて封入・挟持されたねじれネマティック型の液晶層とを有する液晶セルと、該液晶セルの上下それぞれに少なくとも1枚ずつ配置された2枚の偏光板とを有し、駆動回路に接続されて液晶印加電圧を印加され前記液晶層の液晶分子の姿勢変化に基づいて透過光に対する旋光性を制御されて駆動され画像を表示する駆動用液晶表示素子と、前記駆動用液晶表示素子の基板表面に対して垂直な光軸を持ち、前記液晶層とは逆に負の光学異方性を備え、前記駆動用液晶表示素子の上下又は下あるいは上下両方に配置された光学異方素子と、前記駆動用液晶表示素子の前記2枚の偏光板のうち表示面側の偏光板の上又は下あるいは上下両方に配置され、特定方位での光の散乱透過強度がそれ以外の方向での光の散乱透過強度よりも大きな分布を示す一方、前記特定方位以外の方位の光は直進して透過させる光散乱透過率異方性を備えた光制御素子と、を具備することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 請求項1記載の液晶表示装置において、前記光学異方素子が、その光軸が前記液晶層の厚み方向に連続的にねじれた配列である、ねじれ軸を有する光学異方素子であり、該光学異方素子のねじれ軸が、前記駆動用液晶表示素子の基板表面に対して垂直に設定されており、前記光学異方素子の屈折率異方性を Δn 、前記光軸のねじれピッチ長を p とすると、 $\Delta n \times p$ の値が、可視光波長領域の波長よりも小さいことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】 請求項1又は2のうちいずれかに記載の液晶表示装置において、前記光学異方素子が、光学的な前記特性を備えた液晶表示素子であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】 請求項1又は2のうちいずれかに記載の液晶表示装置において、前記光学異方素子が、光学的な前記特性を備えた高分子分散型液晶表示素子であることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に係り、特にコントラスト比及び表示色、そして階調表示時の視角特性を改善した液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示素子は、薄型軽量・低消費電力という大きな利点を有しているため、例えば腕時計や電卓、日本語ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータ

等の多種多様な製品に広く用いられている。これら液晶表示素子のほとんどには、ねじれネマティック液晶が用いられている。中でも、パーソナルコンピュータなどに用いられる液晶表示素子は、大面積・大容量表示のものが一般的になっており、表示面の大きさは対角約10インチあるいはそれ以上で、その表示容量は640×480画素あるいはそれ以上といったものが主流になってきた。

【0003】現在、大画面・大容量表示の液晶表示素子の主流は、単純マトリクス方式である。この単純マトリクス方式の液晶表示素子は、180°以上ねじれ配列した液晶を楕形の透明電極がガラス基板上に形成された電極基板で挟んだ単純な構造のものである。これは一般にSTN液晶が用いられるので、STN方式と呼ばれている。

【0004】このような単純な構造のSTN方式で640×480画素の多桁表示を実現するには、液晶の電気光学特性に急峻性が要求される。ここで急峻性とは、液晶セルに印加する電圧値を変化したときの液晶セルの透過光の変化度を示す。電気光学特性の急峻性は、液晶層の配列の総ねじれ角（以下ツイスト角と呼ぶ）を大きくすることにより改善できる。

【0005】実用的にはSTN方式の液晶表示素子のねじれ角は180°以上必要（複屈折モード）で、ねじれ角がこのように大きくなると、複屈折現象に起因して表示色が着色することが知られている。

【0006】このような表示の着色を解消する手段としては、液晶層の配列が駆動用液晶セル（つまり画像を表示するために駆動回路等に接続されて駆動される液晶表示パネル）の液晶分子配列のねじれとは逆の方向にねじれた液晶層を備えた第2の液晶セル（位相差補償用の液晶セル）を、表示側の偏光板と駆動用液晶セルとの間に配置することによって白黒表示を実現できることが、例えば特公昭63-53528号公報にて報告されている。この白黒化の原理は、液晶分子がねじれ配列とされる第1の液晶セルを透過し楕円偏光となった光の常光と異常光とを、その光を光学補償板である第2の液晶セルを透過することによって相互に入れ替わらせて、一旦楕円偏光となっていた光を直線偏光へと変換させる。その結果、光の複屈折現象に起因する着色が解消されて、白黒表示を実現することができる。この楕円偏光を直線偏光へと正確に変換するために要求される条件としては、光学補償板である第2の液晶セルのリタレーション値が第1の液晶セル（駆動用液晶セル）とほぼ同一で、しかもねじれ方向が相互間で逆であり、相互に最近接する液晶分子の配向方位が直交するように構成することが必要である。

【0007】このような第2の液晶セルつまり位相差補償用液晶セルを用いる手段の他には、位相差補償用液晶セルの代りに光学異方性フィルムを用いる手法も提案されている。これは、光学異方性フィルムを駆動用液晶セルの上に1枚あるいは複数枚積層することにより、上記

(3)

特開平9-50026

の第2の液晶セルとほぼ同一な機能を持たせる、という手法である。

【0008】以上述べた光学的補償によって、STN方式でも着色を解消した白黒表示が可能となり、これにさらにカラーフィルタを組み合わせることで、より付加価値の高いカラー表示を実現することも可能となる。このようなカラー表示を行なう場合、特に色再現性が良好であることが要求されるので、上記のようなSTN方式における着色の問題を解消することが特に必要となる。

【0009】しかしながら、着色の問題は解消できても、単純マルチプレクス方式の液晶表示装置は一般に電圧平均化法に基づく時分割駆動の原理に基づいて作動するものであるため、表示容量つまり画素数を増大させると（換言すれば走査線本数あるいは表示桁数を増加すると）、光を遮断する際の電圧値と光を透過させる際の電圧値との差が十分には取れなくなり、その結果、コントラスト比が小さくなったり、液晶の応答速度が低下するといった本質的な問題が生じる。

【0010】また、このような従来技術では、液晶表示パネルの画面を見る際の方位や角度によって表示画像の明暗が反転して見える、あるいは表示画像が全く見えなくなる、あるいは表示が着色して見える、といった現象が観測され、これらは表示品位の高い液晶表示素子を実現する際の大きな問題となっている。

【0011】一方、アクティブマトリクス方式は、各表示画素ごとに薄膜トランジスタやダイオードからなるスイッチング素子を備えているため、画素数（走査線本数など）には関係なく各画素の液晶層に任意の電圧比を設定できる。従って、アクティブマトリクス方式の駆動用液晶セルの場合には、その液晶層の電気光学特性の急峻性は上記の単純マトリクス方式の場合ほどには高い急峻性は必要ないので、液晶層のツイスト角をSTN方式のように大きくする必要がない。

【0012】ツイスト角が90°の液晶セル、いわゆるTN方式の液晶セルは、電気光学特性の急峻性についてはSTN方式より劣るが、液晶層を通る際の光の旋光性を表示原理としているので（旋光モード）、一般に比較的容易に無彩色で高コントラストな表示を得ることができる。また、電圧に対する応答性もSTN方式よりも高速であるという利点を持っている。従って、TN方式をアクティブマトリクス方式と組み合わせることにより、大表示容量でコントラスト比が高く、かつ応答速度が速い液晶表示素子を実現することができる。さらには、カラーフィルタと組み合わせることによって、より付加価値の高いフルカラー表示を高い表示品質で実現可能であると考えられる。

【0013】しかしながら、このような従来技術に係るアクティブマトリクス方式の液晶表示装置でもやはり、液晶表示パネルを見る際の方位や角度によって表示画像

が反転して見えたり、表示画が全く見えなかったり、あるいは表示が着色して見えるといった現象として観測され、表示品位の高い液晶表示装置を実現するためには解決すべき大きな問題となっている。

【0014】このような、液晶表示装置における表示画面の視角依存性を低減させる手段として、特開昭62-21423号公報に、2枚の偏光板の間に液晶セルと光学異方性が厚み方向に負のポリマーフィルムである複屈折層とを設置する技術が開示されている。

【0015】一方、特開平3-67219号公報には、垂直配列（配向基板に対して液晶分子が垂直に配列したものの）した液晶セルに、螺旋ピッチ長と屈折率との積が400nm以下のコレステリック液晶相を示す液晶化合物（または高分子液晶）からなる複屈折層を液晶セル上に配置する技術が開示されている。

【0016】一方、ねじれた配列をした液晶セルの場合には、USTと称するコレステリック液晶相を示す液晶化合物からなる液晶セルを偏光板間に配置する技術が開示されている（羽藤 et al, Journal of the SID, 1/3, 1993, p. 319）。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】以上述べた如く、従来の液晶表示素子においては、基本的には、液晶に印加する電圧により液晶分子の向きを変化させて、その液晶セルに光学的な変化を生じさせるという表示原理を用いているので、液晶表示素子を傾けて見ると液晶分子の向きが変化して見え、その結果、表示画像の明暗が反転して見える、あるいは画像が観察者にとって全く識別できなくなる、といった現象が生じるという問題がある。

【0018】特に、カラーフィルタと組み合わせてフルカラー表示を行なう場合には、表示画像の色再現性やコントラスト特性や視角特性など、表示品質に大きく関与する表示性能がいずれも著しく低下するという問題がある。

【0019】本発明は、このような問題を解決するために成されたもので、その目的は、表示画像の色再現性やコントラスト特性や視角特性等の表示品質に大きく関与する表示性能を向上して、高品質で良好な表示性能を実現した液晶表示装置を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置は、第1に、第1の電極が形成された第1の基板と、第2の電極が形成され前記第1の基板に間隙を有して対向配置された第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間隙に、周囲を封止されて封入・挟持されたねじれネマティック型の液晶層とを有する液晶セルと、該液晶セルの上下それぞれに少なくとも1枚ずつ配置された2枚の偏光板とを有し、駆動回路に接続されて液晶印加電圧を印加され前記液晶層の液晶分子の姿勢変化に基づいて透過光に対する旋光性を制御されて駆動され画像

(4)

特開平9-50026

を表示する駆動用液晶表示素子と、前記駆動用液晶表示素子の基板表面に対して垂直な光軸を持ち、前記液晶層に対して光学異方性が負である特性を備え、前記駆動用液晶表示素子の上または下に配置された光学異方素子と、前記駆動用液晶表示素子の前記2枚の偏光板のうち少なくとも表示面側の偏光板の上又は下あるいは上下両方に配置された、特定方位での光の散乱透過強度がそれ以外の方向での光の散乱透過強度よりも大きな分布を示す一方、前記特定方位以外の方位の光は直進して透過させる光散乱透過率異方性を備えた光制御素子と、を具備することを特徴としている。

【0021】また、上記の液晶表示装置において、前記光学異方素子が、その光軸が前記液晶層の厚み方向に連続的にねじれた配列であるねじれ軸を有する光学異方素子であり、該光学異方素子のねじれ軸が、前記駆動用液晶表示素子の基板表面に対して垂直に設定されており、前記光学異方素子の屈折率異方性を Δn 、前記光軸のねじれピッチ長を p とすると、 $\Delta n \times p$ の値が、可視光波長領域の波長よりも小さいことを特徴としている。

【0022】また、上記のいずれかの液晶表示装置において、前記光学異方素子が、光学的に前記特性を備えた液晶表示素子であることを特徴としている。

【0023】また、上記のいずれかの液晶表示装置において、前記光学異方素子が光学的に前記特性を備えた高分子分散型液晶表示素子であることを特徴としている。

【0024】本発明は、上記目的を達成するものであり、液晶表示素子のコントラスト比や表示色の視角依存性を同時に軽減することができるものである。

【0025】即ち本発明は、液晶表示素子の所定のコントラスト比が得られる領域はそのままの特性で保ちつつ、それとは別に所定のコントラスト比が得られないある特定の方位換言すれば視角におけるコントラスト比を向上して、画面全体にわたっての全方位からの視角特性を良好なものとする技術である。

【0026】旋光モードあるいは複屈折モードの液晶表示素子においては、光が液晶表示素子の表示面に対して垂直に入射する場合と、斜めに入射する場合とでは、液晶表示素子中を伝搬する光の偏光状態が異なるものとなる。この偏光状態の違いが表示画像の明暗の反転現象や着色現象等に直接に反映する。

【0027】このような現象は一般に、液晶表示素子の表示面を見る角度を表示面法線から大きく傾けて行くに従って、より顕著に観測されるようになる。そしてこれは、液晶層に電圧を印加する手段を有し、駆動回路系に接続されて駆動される液晶表示パネル（以下駆動用液晶セルと呼ぶことにする）の液晶層に電圧が印加されている場合の画素において特に顕著に見られる現象である。

【0028】図5は、従来のTN方式の液晶表示素子の表示面法線から左右の方向に 0° から 60° まで傾けた際の（以下、表示面法線からの傾き角を視角と称すること

にする）、表示画像のコントラスト比の視角依存性を示す図である。図5においては、ノーマリーオープンモード（100）とノーマリークローズモード（101）との2つの場合について示している。ここで、ノーマリーオープンモードの液晶表示素子とは、電圧無印加時には明状態が、電圧印加時には暗状態が得られる構造の液晶表示素子である。そしてノーマリークローズモードとは、ノーマリーオープンモードの逆で、電圧無印加時には暗状態が、電圧印加時には明状態が得られる構造の液晶表示素子である。これらと比較すると、ノーマリークローズモードの方がノーマリーオープンモードよりもコントラスト比の視角依存性が少ないことが分かる。ここで、コントラスト比とは、光が透過した状態（明状態）の輝度を光が遮断された状態（暗状態）の輝度で割った値であり、コントラスト比は暗状態の輝度に大きく影響される。

【0029】そこで、ノーマリーオープンモードとノーマリークローズモードとの暗状態の輝度の左右方向における視角依存性を測定してみると、図6に示すような特性が得られる。ノーマリーオープンモードの場合を201で、ノーマリークローズモードの場合を202で示した。同図から明らかなように、ノーマリークローズモードの方がノーマリーオープンモードよりも暗状態の視角依存性が小さく、その結果、ノーマリークローズモードの方がノーマリーオープンモードよりコントラスト比の視角特性が良くなる。

【0030】ノーマリーオープンモードとノーマリークローズモードとの、暗状態における視角特性の違いを考察してみると、ノーマリーオープンモードの場合は暗状態を得るために電圧を液晶セルに印加しており、液晶分子が基板表面にほぼ 90° に立ち上がった配列つまり垂直配列の状態であるのに対して、ノーマリークローズモードの場合の暗状態は、液晶セルに電圧が印加されておらず液晶セル中の液晶分子は基板に対して水平にねじれた配列状態となっている。従って、これらのモードの視角特性の違いは、液晶セルの分子配列状態の違いに起因しており、垂直配列状態の方が水平にねじれた配列状態よりも視角特性が悪い。

【0031】例えば、垂直配列状態の液晶セルを、3次元の屈折率楕円体で表すと、図7に示すような屈折率楕円体301となる。ここで、図中 z 軸は液晶セルの厚み方向であり、 $x-y$ 平面は液晶セルの基板面に相当している。複屈折現象は、この屈折率楕円体301の中心点のある方向から観測する場合のその観測点と屈折率楕円体301の中心点とを結んだ視線302を法線とする、屈折率楕円体301の中心点上の法線面が屈折率楕円体301を切断する際に形成される楕円状の切断面の形状（ここでは、2次元面内の屈折率体303と呼ぶ）により示される。この2次元面内の屈折率体303の長軸と短軸の長さの差が、常光と異常光の位相差に相当し、液

(5)

特開平9-50026

晶セルを挟む偏光板の透過軸が互いに直交していれば、その位相差が零のとき液晶セルの透過光は遮断され、位相差が零ではないときにはその位相差と入射光の波長に応じた透過光が生じる。液晶セルの基板面に垂直に光が入射した場合（すなわち液晶セルを真正面から見たとき）には、前記の2次元面内の屈折率体は円304となり、常光と異常光の位相差は零となるが、液晶セルの基板面から傾いた方向、例えば視軸302の方向の光が入射した場合には、屈折率体303は楕円となり、常光と異常光の位相差が生じて、真正面方向と斜め方向とは液晶セルを透過する光の偏光状態が異なったものとなる。よって、位相差に基づいた着色現象が楕円偏光の場合に発生する。

【0032】従って、液晶セルの視角特性を改善するためには、電圧印加時の液晶セルの屈折率楕円体を改善することが必要である。

【0033】以下に、図7に示す垂直配列状態の屈折率楕円体301に基づいて、視角特性改善の理論の主要概念について説明する。

【0034】図7の屈折率楕円体301を見る角度、即ち視角305を大きくしていくと、視軸302の2次元面内の屈折率体303は長軸306の長さ方向に大きくなり、視軸302の方向から見た際よりも位相差の大きな透過光が観測される。

【0035】しかし理想的には、視角を変化した際にもそのいずれの方位からでも2次元面内の屈折率体303の形状が変化しないことが望ましい。このような光の位相差が視角に依存して変化する性質を、光学的に補償するためは、図8に示すような円盤状の屈折率楕円体401で示されるような光学特性を有する負の光学異方性を備えた光学異方板を、その屈折率楕円体401のz軸が図7に示した屈折率楕円体301で示されるような光学特性を持つ液晶セルの屈折率楕円体301のz軸上と同方向に一致するように配置することによって実現できるものと考えられる。即ち、屈折率楕円体401で示される光学特性の光学異方板を、駆動用液晶セルの上層あるいは下層に隣接して配置することにより実現できるはずである。このようにすることにより、視角305を大きくして行った場合でも、屈折率楕円体301の2次元面内の屈折率体303がその長軸306の長さ方向に大きくなるのに対して、短軸307の長さ方向の屈折率が大きくなる。その結果、それらが合成されて表示面側に出

$$\Delta n1 \cdot d1 / T1 = R1 / T1 \quad \text{ただし、} R1 = \Delta n1 \cdot d1 \quad (\text{リタデーション値}) \quad \dots (1.1)$$

で表すことができる。同様に、位相差補償用の光学異方素子の旋光性の大小は、その光学異方素子の光学異方性物質の屈折率異方性を $\Delta n2$ 、積層された光学異方性物

$$\Delta n2 \cdot d2 / T2 = R2 / T2 \quad \text{ただし} R2 = \Delta n2 \cdot d2 \quad \dots (1.2)$$

で表すことができる。従って、位相差補償用の光学異方素子の旋光性と駆動用液晶セルの旋光性の大小関係は、

てくる表示に係る光における2次元内の屈折率体303は、直線偏光になる。よって、屈折率楕円体401で示される光学特性を備えた負の光学異方板を上記のように用いることにより、駆動用液晶セルの屈折率楕円体301を光学的に補償することができ、その視角特性が飛躍的に向上するはずである。實際上、図8に示すような屈折率楕円体は、光軸が連続的にねじれた配列の光学異方性物質を用いて形成された光学異方性膜（光学異方性層）をはじめとする光学異方素子によって実現できるはずである。

【0036】しかしながら、一般に、駆動用液晶セルは、その液晶セルに印加する電圧によって可視波長領域の光（一般には380nmから750nmまでの領域）の偏光方向を積極的に変化させることで画像を表示しているが、上記のような光学補償用の光学異方素子の場合、その光学異方素子の光軸が連続的にねじれているため、その光学異方素子の光学条件によっては旋光性が生じることがある。ここで旋光性とは、光が媒質中を進行するに従ってその光の振動方向がその進行方向を軸として左または右に旋回する性質のことを示す。

【0037】光軸が連続的にねじれた光学異方素子のリタデーション値を一定としたとき、光軸のねじれピッチが長い場合、光はその光軸のねじれに従ってその偏光面を回転させるが、光軸のねじれピッチが短い場合には、光はその光軸のねじれに追従できなくなり旋光現象は起きない。光学異方素子の旋光性が大きいと、素子を透過する光の偏光面を変化させてしまい、その結果、コントラスト比を減少させてしまったり、場合によっては光の波長により偏光面が種々変化して、光学異方素子を透過した光が着色するなどの問題が生じる。従って、少なくとも光学異方素子の可視光に対する旋光性は、駆動用液晶セルの可視光に対する旋光性に比べて小さくなるようにすることが必要である。この旋光性は、媒質を透過する光の波長と、光が透過する媒質とに大きく依存している。そして旋光性の大小は、光軸の変化に対する媒質のリタデーション値の変化の度合いで表される。従って、駆動用液晶セルの旋光性の大小は、駆動用液晶セルの、常光に対する屈折率 n_o と異常光に対する屈折率 n_e との差を $\Delta n1 (= n_e - n_o)$ 、屈折率異方性、液晶層の厚みを $d1$ 、液晶層のねじれ配列の角度（ツイスト角）を $T1$ とすると、

質層の厚みを $d2$ 、光学異方性物質層の光軸のねじれ角度を $T2$ とすると、

$$\text{式}(1.1)、(1.2)から$$

$$(R1 / T1) > (R2 / T2) \quad \dots (1.3)$$

(6)

特開平9-50026

となることが判る。

【0038】光学異方素子の光軸が連続的にねじれている場合、その内部での光の伝搬は、次式によって示さ

$$f = \lambda / (p \times \Delta n), \text{ただし} \lambda \text{は真空中の光の波長(可視の波長範囲)、} p$$

は光軸のねじれピッチ長($p = d/T$)... (1.4)

$f \ll 1$ の場合には、光学異方素子中の光は偏光面が光軸のねじれ角に従って変化し旋光性を持つ。先述したように光学異方素子は旋光性が小さいことが望ましく、光学異方素子は $f \gg 1$ の条件を満たすことが必要である。よって、光学異方素子は、式(1.4)から、 $p \times \Delta n < \lambda$... (1.5)

が成り立つことが必要であることが導き出される。

【0039】ところで、ツイスト角が非常に大きい、すなわち螺旋ピッチの長さが短い液晶をコレステリック液晶と一般に称しているが、このコレステリック液晶の螺旋ピッチの長さ p と平均屈折率 n との積 $n \times p$ の値が、可視波長範囲にあると(この範囲は条件によって異なるが、短波長端は360nmから400nm程度、長波長端は760nmから830nm程度の範囲である)、選択反射を生じる(J.L.Ferguson; Molecular Crystals. 1. 293(1966))。

【0040】このような現象はコレステリック液晶セルのみに見られる現象ではなく、光学異方性体の光軸が連続的にねじれた光学異方素子で一般に起こり得るものである。この選択反射が生じると、光学異方素子の着色現象が生じて表示色に変化する。従って、光学異方素子を形成する光学異方性物質の平均屈折率 n と、光軸のねじれピッチ p との積 $n \times p$ が可視波長範囲からは除かれるようにしてやれば、着色現象を防止することができる。

【0041】しかしながら、上記には視角制御の原理を概念的に説明したが、その際のしきい値電圧以上の電圧が印加された駆動用液晶セルの屈折率楕円体は、実際には、図7に示したような簡単な楕円体形ではない。TN方式の駆動用液晶セルに暗状態が得られる値の電圧を印加した際の液晶セル中の分子配列状態は、実際には、図9に示すような曲線で示されるような状態となる。図9中の曲線7、8は、それぞれチルト(傾き)角、ツイスト(ねじれ)角を示している。ここで、図10に示すように、チルト角とは液晶セルの表示面つまり表示側の基板主面を xy 面としたときこの xy 面に対する液晶分子601の長軸602の傾き角603であり、またツイスト角とは液晶分子601の長軸602を z 軸方向から xy 面上に投射した射影と x 軸とのなす角604である。

【0042】電圧が印加された状態では、液晶セルの厚さ方向中央付近では液晶分子がほとんど90°(垂直)に傾いているが、上下の基板表面付近では、基板表面の配向規制力の影響を受けて、実際には液晶分子はあまり傾かない。またこのとき、上下基板間でのツイスト角はSの字型の分布となる。このことから明らかなように、電圧を印加した際の液晶層の分子配列は完全な垂直配列状

れるパラメータで表すことができる(C.Z.Van Doorn, Physics Letters 42A, 7(1973))。

態とはならない。このような配列状態は、視角特性に大きく悪影響を及ぼす。

【0043】図11は、しきい値電圧以上の電圧が印加されたノーマリーオープンモードのTN方式の液晶表示装置の暗状態の視角特性を示す図である。これは、図12に示したような座標系において、液晶表示素子を上下左右の4方位、即ち、方位角 ϕ が0°(右方位)、90°(上方位)、180°(左方位)、270°(下方位)の場合それぞれについて、視角 θ を0°から60°まで変化させたときの液晶セルの透過率を測定した結果である。図12から、上-下方位と左-右方位の視角透過率曲線は一致していない。また、上方位と下方位を比較すると、同一の角度(つまり視角の上下といった方位を除いた、視角の絶対値である角度の値)に対して透過率は大きく異なっていることが判る。

【0044】一方、垂直配列した液晶セルの場合には、図13に示すように、上方位と下方位、左方位と右方位とで、それぞれ互いに逆方位どうしでの視角透過率曲線はほぼ同じ形になっている。

【0045】ねじれ配列を持つ駆動用液晶セルに電圧を印加した場合、その駆動用液晶セルの屈折率楕円体は、図7に示したような単純な形状ではなく、実際には液晶セルの中央付近の液晶分子の傾きや基板表面付近のねじれ配列部の影響を受けて、図7を変形させたような形状となる(図示省略)。

【0046】従って、TN方式やSTN方式の駆動用液晶セルに対して好適に用いることのできる光学補償用の屈折率楕円体としては、駆動用液晶セルの屈折率楕円体に適合させるためには、図8のような完全な(換言すれば理論上の、あるいは理想的な)円盤形ではなく、多少変形させた複雑な形状であることが望ましいことになる。

【0047】図14、図15、図16は、透過軸を互いに直交させた2枚の偏光板間に光学異方素子を配置して、図11及び図13に示した場合と同様に液晶表示装置全体としての視角特性を測定したものである。光学異方素子としては、カイラルネマティック液晶を用いた液晶セルを作成し、これを使用した。その Δn は0.039で、液晶層厚は12 μm 、ピッチ p は図14に示したものの場合が0.248 μm 、図15に示したものの場合が0.738 μm 、図16に示したものの場合が5.3 μm であり、ねじれ角は回転数で表すとそれぞれ48.25回転、16.25回転、2.25回転である。なお、上下方位を \times 印のプロットで、左右方位を \circ 印のプロットで、それぞれ示してある。ねじれ角が小さいと、上下と左右方位の透過率が異

なり、ねじれ角が大きいと上下と左右方位の透過率が一致していることが、図14、15、16から判る。これは、ねじれ角が大きいと光学異方素子の屈折率楕円体は完全な円盤形となり、ねじれ角が小さいと円盤形が歪んだ形になることを示している。

【0048】さて、本発明の視角改善効果は、図14、15、16に示したいずれの条件の場合においても発揮することが可能であるが、すでに述べたように電圧印加時の駆動用液晶セルの屈折率楕円体は、理論上の幾何学的に正確な楕円体と比べて歪んだ形をしていると考えられるので、それに重ねる光学異方素子の屈折率楕円体もそれに対応して歪んでいる方が、よりその効果が発揮できるはずである。

【0049】即ち、光学異方素子における旋光の回転数を比較的小さくした場合の特性の方が、実際はさらに望ましいものである。

【0050】このように、光学異方素子における旋光の回転数が小さい場合、ピッチは長くなる。一方、光学異方素子の屈折率 n は上記の場合1.5であったので、先ほど述べた $n \times p$ に対する条件としては、 $n \times p$ の値を可視波長範囲のうちの長波長端以上とする条件の方が、より好ましいと言える。

【0051】また、本発明において、光学異方素子の光学条件や、 $\Delta n \times d$ (d は液晶層の厚さ)で示されるリタデーション値や、旋光回転数や、光軸の螺旋軸に対する傾き角ならびに回転方向や、光学異方素子中の光学異方性物質の光軸の向きを外から変化させることによって、その効果は異なってくる。特に、回転方向については、光学異方素子の光軸の回転方向と駆動用液晶セルのねじれ方向とが同一の場合と逆の場合とではその効果が大きく異なる。

【0052】以上に述べた光学異方性が負の位相差補償板については、2値表示の場合に大きな効果を生ずるはずである。これは、電圧が印加されたときの液晶分子の傾きが唯一の場合のみであるためである。つまり、各画素の表示状態はオン/オフの2値で変化するためである。

【0053】しかしながら、液晶分子の傾きを変化させることで、その傾きに対応して複数階調の階調表示を実現する液晶表示装置の場合には、視角改善効果は上記のみでは未だ不十分であると言える。

【0054】図17に、そのような階調表示を行なう従来のノーマリーオープンモードTN型液晶表示装置における、8階調表示時の輝度-視角特性を示す。

【0055】左右方位(図17(a))については、入射角が 40° でも各階調輝度値は正面での順位を保ったままである。つまり、実用的な視角は 40° 程度までは保たれていると言って良い。一方、上下方位(図17

(b))については、階調輝度の順位が特に下方向での入射角が 10° 付近で、既に入れ替わってしまっており、

階調表示性が特に下方向で大きく損なわれていることが判る。

【0056】このようなノーマリーオープンモードTN型液晶表示素子の偏光板と液晶セルとの間に、前記の図8に示すような光学特性を有する負の光学異方素子を配置した場合の、液晶表示装置の視角特性を図18に示す。この場合、左右方位(図18(a))については、階調レベル8の輝度は図17の場合と比較して、入射角に依存した変化が少ない。一方、上下方位については、上方位では階調間の輝度順位は入射角を大きくしても均整を保っており、十分良好な表示の実現に対応できると考えられるが、下方位では輝度の低下が著しく、下方 $10 \sim 20^\circ$ で既に明暗が著しく反転していることが判る。これは、前記の図17に示したような光学異方素子を用いない場合よりも、視角特性はむしろいっそう悪化していると言える。このような視角特性の液晶表示装置では、視角特性が極めて劣悪であるので、良好な表示を実現することが極めて困難である。

【0057】このような、むしろ視角特性のさらなる劣化が発生する原因としては、上述した如く、電圧が印加された状態では液晶セルの厚さ方向中央付近では液晶分子が 90° 近く傾いているが、上下の基板表面付近では基板表面の配向規制力の影響を受けて液晶分子はあまり傾かず、液晶分子の下基板から上基板まで螺旋面状に連続した液晶分子のツイスト角の分布を見ると、Sの字型の分布となっており、實際上このSの字型のツイスト角の分布に起因して視角方位によって透過光に生じる位相差に違いが生じるためであると考えられる。

【0058】そこで、以上に例示したような液晶表示装置の場合には下方位の輝度低下およびコントラスト特性の視角依存性の劣悪さを、本発明によって改善することにより、表示品位を大幅に向上させることができる。

【0059】つまり、以上の例示をより一般化して述べると、輝度およびコントラスト特性が特に劣悪である視野角領域(上記例では下方位)に対して、特にその方位の輝度やコントラスト特性の改善を実現する具体的な手段として、本発明によれば、例えば回折作用を有する光制御素子を用いる。本発明で用いる光制御素子の特性は、正面方向の透過光に対しては透明であり、斜め方向、特に前記例示の下方位などの輝度およびコントラスト特性が特に劣悪である視野角領域の光に対しては、特定の角度領域の光を導き入れてこれを散乱させて出射することで、前記の輝度およびコントラスト特性が劣悪な出射角度領域に該当する方位の輝度およびコントラスト特性を向上させるように機能する。この光制御素子の構造は、特定方向に屈折率の異なる層を形成しており、この層に対するほぼ平行〜特定角度領域までの角度の光に対しては回折作用により散乱を起こす。よって、適度な広がりを持った出射光となる。一方、正面方向では均一な屈折率を示すので、正面方向では透明状態であり光は

直進する。よって本発明によれば、このように特定方向のみの出射光を(ある角度領域の幅を持って)選択的に散乱し、その他の角度の光は直進させて透過させる光制御素子(光制御フィルムなど)を用いることにより、特定方位での輝度低下を防止して、視認性に優れた液晶表示装置を実現することができるのである。

【0060】以上、TN方式の駆動用液晶セルを例にとって説明したが、本発明の光学補償方式は、光学的異方性(Optically anisotropic)を原理としているので、駆動用液晶セルはねじれ角がほぼ90°のTN方式の場合の他にも、ねじれ角が180°以上のSTN方式の場合でも、同様な効果を発揮することができることは言うまでもない。

【0061】また、光学異方素子は、高分子フィルムを延伸することにより光学異方性を生じさせた位相差フィルム(retardation film)を積層したものや、ねじれ配列させた液晶セル、ならびに高分子液晶をねじれ配列させた薄膜によっても実現できる。この場合、例えば駆動用液晶セルの基板の少なくともどちらか一方にこの高分子層を塗布することにより、本発明に係る光学異方素子が得られる。また、製造プロセスの点でも、容易に製造することができるので、さらに望ましい。

【0062】例えばポリシロキサン主鎖とし、側鎖にビフェニルベンゾエートとコレステリル基を適当な比で有したような高分子共重合体などを用いることができる。

【0063】

【発明の実施の形態】以下、本発明の液晶表示装置の実施の形態を、図面に基づいて詳細に説明する。

【0064】(発明の実施の形態1)図1は、本発明に係る第1の実施の形態の液晶表示装置の構造の概要を示す断面図である。

【0065】この液晶表示装置は、第1の電極1が形成された第1の基板2と、第2の電極3が形成された第1の基板2に間隙を有して対向配置された第2の基板4と、第1の基板2と第2の基板4との間隙に、周囲を封止されて封入・挟持されたねじれネマティック型の液晶層5とを有する駆動用液晶セル6と、この液晶セル6の上・下それぞれに1枚ずつ配置される2枚の偏光板7、8とを有し、液晶印加電圧が印加されると液晶層5の液晶分子の姿勢変化に基づいて透過光に対する旋光性が制御されて画像を表示する駆動用液晶表示素子9と、この駆動用液晶表示素子9の基板表面に対して垂直な光軸を持ち、液晶層5とは逆に光学異方性が負である特性を備え、駆動用液晶セル6の上側・下側にそれぞれ1枚ずつ配置された光学異方素子10、11と、駆動用液晶表示素子9の2枚の偏光板7、8のうち表示面側の偏光板7の下側に配置された、特定方位での光の散乱透過強度がそれ以外の方向での光の散乱透過強度よりも大きな分布を示す一方、前記の特定方位以外の方位の光は直進して透過させる光散乱透過率異方性を備えた回折作用を有す

る光制御素子12と、を具備している。

【0066】2枚の偏光板7、8(SH-1832AP;住友化学工業(株)製)は、駆動用液晶表示素子9の直上および直下に貼設されているのではなく、これら2枚の偏光板7、8の間には、視角補償用の液晶セルである光学異方素子10、11および、画像を表示するために駆動される駆動用液晶セル6とを挟むように配設されている。ここで、偏光板7は、保護層である2枚の薄い透明基板7bの内側に偏光膜7aを挟み込んで形成されたものであり、偏光板8も同様に透明基板8bどうしの間に偏光膜8aを挟み込んで形成されている。

【0067】そして、上記のような偏光板7と負の光学異方素子10との間には、出射光の散乱角度領域が0°~30°である散乱特性を備えた光制御素子12(LUMIST Y;住友化学工業(株)製)が配置されている。この光制御素子12は特定方位での光の散乱透過強度がそれ以外の方向での光の散乱透過強度よりも大きな分布を示す一方、前記の特定方位以外の方位の光は直進して透過させる光散乱透過率異方性を備えた回折作用を有する素子である。したがって、前記の特定方位を、特に液晶表示装置としての視角特性の悪い角度領域に向けるように配置することで、その角度領域の視角特性(つまり輝度およびコントラスト特性)を向上することができるのである。

【0068】また、偏光板7の上には隣接して反射防止層13($Y_2O_3/TiO_2/SiO_2$ を積層したテフロン;住友化学工業(株)製)が設置されている。

【0069】負の光学異方素子10、11は液晶セルを用いたもので、その厚み方向のリクレーション値は134nmである。なお前記の光学異方素子10、11はいわゆる光学位相差板である。

【0070】図2(a)は、本例における液晶表示装置の構造の概要を示す分解斜視図である。

【0071】同図中で矢線(1.1)及び(4.1)はそれぞれ偏光板7、8の透過軸であり、これらは互いに直交している。そして(1.1)はy軸に対し+z方向から見て反時計回りに135°方向に配置されている。矢線(3.1)及び(3.2)は、駆動用液晶セル6の上側と下側の基板2、4それぞれの上に配置された配向膜(図示省略)のラビング軸で、これらは互いに直交し、y軸に対しラビング軸(3.1)とのなす角は+z方向から見て反時計回りで45°で配置されている。

【0072】本例の液晶表示装置の視角特性を、図12に示したような座標系を用いて測定した。その測定の際の電圧値つまり駆動電源14から駆動用液晶表示素子9の電極1~3間に印加する電圧は、駆動用液晶表示素子9の正面において等視感度が得られるように、8種類の電圧を選んで、結果的に8階調の表示を行なうようにした。その結果を、図3に示す。

【0073】従来の液晶表示装置の場合の一例を示した

図18の視角特性は、前述したように下方位で $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ で既に明暗反転が生じるほどに劣悪であったが、これと比較すると、本発明の場合には図3からも明らかなように下方位における視角特性が大きく改善されており、良好な表示が観測可能である視角は 40° 以上までも向上している。そしてその他の上方位や左右方位についても十分な視角の広さが実現されていることが判る。

【0074】また、表示色に関しても、従来では特に暗状態の表示色が視角を変化すると着色していたのに対して、本発明に係るこの第1の実施例の液晶表示装置においては、視角を変化させても良好な黒の表示色が得られることが確認できた。

【0075】そして実際に本発明に係る上記のような構造の液晶表示装置において、カラーフィルタを駆動用液晶表示素子9内に配設した画面サイズ対角10インチのTFT方式の液晶表示装置を作成し、これを駆動回路14に接続して駆動して表示を行なわせ、その画像の表示品質を目視にて確認した。その結果、観測方位や視角を変化させても、表示画面に観測される階調表示画像の内容が十分に識別できるのみならず、明暗反転や画像品質を劣化させるような着色のない、極めて良好なフルカラー表示が得られることが確認できた。

【0076】(実施の形態2) 図4は、本発明に係る第2の実施の形態の液晶表示装置の構造の概要を示す断面図である。なお、第1の実施の形態の図1と同様の部位には、同じ符号を付して示している。

【0077】本例の液晶表示装置においては、偏光板7と光学異方素子である視角補償用液晶セル210との間には、散乱角度領域 $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の光制御素子5(LUMIST Y;住友化学工業(株)製)が配置されている。

【0078】また、偏光板7の上層には反射防止層13($Y_2O_3 / TiO_2 / SiO_2$ を積層したテクノロジー;住友化学工業(株)製)が設置されている。つまりこの反射防止層13は、第1の実施例における偏光板7の上側の保護層である透明基板7bとしても兼用されている。

【0079】視角補償用液晶セル210は、これらの偏光板7、8間に、駆動用液晶セル6とともに挟まれるように配置されている。この視角補償用液晶セル210は、透明基板210a、210bの間に液晶層210cが封入・挟持されている液晶セル構造に形成されている。その液晶層210cとしては、ねじれネマティック液晶(ZLI-2806(E.Merck Co., Ltd製)にカイラル剤S811(E.Merck Co., Ltd製)を混入したもの)が、ねじれ角 90° で封入されており、その中の液晶分子は下側基板210bから上側基板210aへと反時計回りに(左ねじれで)ねじれ配列されている。この視角補償用液晶セル210の液晶層210cとして用いた液晶材料の Δn は

$$\Delta n_2 \cdot d_2 / T_2 = R_2 / T_2, \text{ただし } R_2 = \Delta n_2 \cdot d_2 \dots (1.2)$$

で表すことができる。

0.039、螺旋ピッチは $3.27 \mu m$ 、液晶層厚は $9 \mu m$ である。

【0080】駆動用液晶セル6は、視角補償用液晶セル210と偏光板8との間に配置されている。その上側基板2と下側基板4には、それぞれ透明電極1、3が形成されており、それらは駆動電源14に接続されている。そして基板2、4間には、ねじれネマティック液晶(ZLI-4287(E.Merck Co., Ltd製)にカイラル剤S811(E.Merck Co., Ltd製)を混入したもの)が、ねじれ角 90° で封入・挟持され、駆動電源14からの印加電圧に応じて配向状態が変化する。この駆動用液晶セル6の液晶層210cに用いた液晶組成物の Δn は0.093、液晶層厚は $5.5 \mu m$ である。また駆動用液晶セル6内の液晶分子は、下側基板4から上側基板2へと反時計回りに(左ねじれに)ねじれた配列となっている。

【0081】図2(b)は本例における液晶表示装置の構造の概要を示す分解斜視図である。

【0082】同図中で矢線(1.1)及び(4.1)はそれぞれ偏光板7、8の透過軸であり、これらは互いに直交している。そして(1.1)はy軸に対し+z方向から見て反時計回りに 135° 方向に配置されている。矢線(3.1)及び(3.2)は、駆動用液晶セル6の上側と下側の基板2、4それぞれの上に配置された配向膜(図示省略)のラビング軸で、これらは互いに直交し、y軸に対しラビング軸(3.1)とのなす角は+z方向から見て反時計回りで 45° で配置されている。そして視角補償用液晶セル210の上側の基板のラビング軸(2.1)、下側の基板のラビング軸(2.2)は、互いに直交しており、ラビング軸(2.1)は駆動用液晶セル6のラビング軸(3.1)と平行に配置されている。そして偏光板7の透過軸(1.1)が視角補償用液晶セル210の上側の基板のラビング軸(2.1)と平行に配置されている。

【0083】偏光板7は、透過軸(1.1)が視角補償用液晶セル210のラビング軸と平行になるように配置されている。そして両液晶セル210、6の旋光性を比較すると、以下のようになる。

【0084】駆動用液晶セル6の旋光性は、その駆動用液晶セル6の常光に対する屈折率 n_o と異常光に対する屈折率 n_e との差を $\Delta n_1 (= n_e - n_o$: 屈折率異方性)、液晶層の厚みを d_1 、液晶層のねじれ配列の角度(ツイスト角)を T_1 とすると、 $\Delta n_1 \cdot d_1 / T_1 = R_1 / T_1$ 、ただし、 $R_1 = \Delta n_1 \cdot d_1$ (リタデーション値)

…(1.1)で表すことができる。同様に、位相差補償用の光学異方素子である視角補償用液晶セル210の旋光性の大小は、その光学異方性物質としての液晶層の屈折率異方性を Δn_2 、液晶層の厚みを d_2 、液晶層の光軸のねじれ角度を T_2 とすると、

$$\Delta n_2 \cdot d_2 / T_2 = R_2 / T_2, \text{ただし } R_2 = \Delta n_2 \cdot d_2 \dots (1.2)$$

【0085】このように定義された上で、両液晶セル2

10、6の旋光性を比較すると、

$$R1/T1 = 0.5115 \mu\text{m}/90^\circ = 5.6833 [\text{nm}/\text{deg}]$$

で、補償用液晶セルは、(1.2)式より、

$$R2/T2 = 0.351 \mu\text{m}/990^\circ = 0.3545 [\text{nm}/\text{deg}]$$

となり、両者の関係は、

$$(R1/T1) > (R2/T2)$$

となる。具体的な数値を上式に代入して計算すると、視角補償用液晶セル210の旋光性は、駆動用液晶セルの1/10以下である。

【0086】このような本例の液晶表示装置の視角特性を、第1の例と同様の手法で測定した。その結果、第1の例と同様に、下方位における視角特性が大きく改善されており、良好な表示が観測可能である視角は40°以上までも向上したことが確認できた。そして、その他の上方位や左右方位についても十分な視角の広さが実現されていることが確認できた。

【0087】また、表示色に関しても、従来では特に暗状態の表示色が視角を変化すると着色していたのに対して、本発明に係るこの第1の例の液晶表示装置においては、視角を変化させても良好な黒の表示色が得られることが確認できた。

【0088】そして実際に本発明に係る上記のような構造の液晶表示装置において、カラーフィルタを駆動用液晶表示素子9内に配設した画面サイズ対角10インチのTFT方式の液晶表示装置を作成し、これを駆動回路14に接続して駆動して表示を行なわせ、その画像の表示品質を目視にて確認した。その結果、観測方位や視角を変化させても、表示画面に観測される階調表示画像の内容が十分に識別できるのみならず、明暗反転や画像品質を劣化させるような着色のない、極めて良好なフルカラー表示が得られることが確認できた。

【0089】(比較例)第1の例の液晶表示装置において、光制御素子を取り去った、従来の構造の液晶表示装置でのコントラスト特性を測定した。その結果、下方位の輝度低下が激しいことが判明した。

【0090】なお、上記の各例においては、TN型の液晶表示装置の場合について述べたが、本発明はこれのみには限定されない。本発明は例えばSTN型の液晶表示装置にも適用可能であることは言うまでもない。また、本発明は、3端子素子であるTFT素子を用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置や、例えば2端子素子であるMIM素子などを用いたアクティブマトリクス型の液晶表示装置などに応用することができる。あるいは、単純マトリクス型の液晶表示装置にも適用可能である。これらいずれの場合にも、上記各例と同様のコントラスト特性の顕著な改善効果が得られることは言うまでもない。

【0091】そしてこのとき、本発明においては基本的

に、特にコントラスト特性や輝度が低く観測される方位の光を補うような光出射角度に回折作用を有する光制御素子を用いることで、その方位の視角特性を、上記に明示した如く大幅に改善することができる。よって、本発明に係る光制御素子としての回折による光出射角度や散乱角度域の仕様などの詳細については、本発明に係る光制御素子と共に用いられる駆動用液晶セルや、位相差補償用の光学異方素子などによってその場合ごとに定まる、液晶表示装置全体としての表示画面の視角依存性によって種々異なるので、以上の各実施例や本発明の作用等の説明で明示した本発明の要旨に従って、その視角のうち特に劣悪なコントラスト特性や輝度を示す視角領域の方位に光を補うべく、本発明に係る光制御素子としての回折による光出射角度や散乱角度域を設定すればよい。

【0092】

【発明の効果】以上、詳細な説明で明示したように、本発明によれば、表示画像の色再現性やコントラスト特性や視角特性等の表示品質に大きく関与する表示性能を向上して、高品質で良好な表示性能を実現した液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1の実施の形態の液晶表示装置の構造の概要を示す断面図である。

【図2】図2(a)は、第1の実施の形態における液晶表示装置の構造の概要を示す分解斜視図、図2(b)は第2の実施の形態における液晶表示装置の構造の概要を示す分解斜視図である。

【図3】第1の実施の形態の液晶表示装置の視角特性を測定した結果を示す図である。

【図4】本発明に係る第2の実施の形態の液晶表示装置の構造の概要を示す断面図である。

【図5】従来のTN方式の液晶表示素子の表示面法線から左右の方向に0°から60°まで傾けた際の表示画像のコントラスト比の視角依存性を示す図である。

【図6】ノーマリーオープンモードとノーマリークローズモードとの暗状態の輝度の左右方向における視角依存性の一例としてその測定結果を示す図である。

【図7】垂直配列液晶セルの屈折率楕円体を示す図。

【図8】光学補償を行なう光学異方板の屈折率楕円体を示す図。

【図9】TN方式の駆動用液晶セルに暗状態が得られる値の電圧を印加した際の液晶セル中の分子配列状態を示す図である。

【図10】一般的なチルト角およびツイスト角の定義を示す図である。

【図11】しきい値電圧以上の電圧が印加されたノーマリーオープンモードのTN方式の液晶表示装置の暗状態の視角特性を示す図である。

【図12】視角特性を測定する際の座標系の一般的な定

(11)

特開平9-50026

義を示す図である。

【図13】垂直配列した液晶セルの場合の上下方位、左右方位での視角-透過率曲線を示す図である。

【図14】透過軸を互いに直交させた2枚の偏光板間に光学異方素子を配置して、液晶表示装置全体としての視角特性を測定した結果を示す図である。

【図15】透過軸を互いに直交させた2枚の偏光板間に光学異方素子を配置して、液晶表示装置全体としての視角特性を測定した結果を示す図である。

【図16】透過軸を互いに直交させた2枚の偏光板間に光学異方素子を配置して、液晶表示装置全体としての視角特性を測定した結果を示す図である。

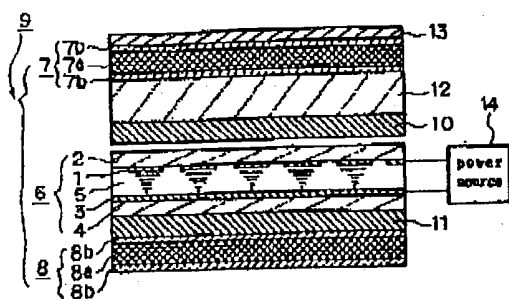
【図17】階調表示を行なう従来のノーマリーオープンモードTN型液晶表示装置における、8階調表示時の輝度-視角特性を示す。

【図18】負の光学異方素子を配置した場合の、従来の液晶表示装置の視角特性を示す図である。

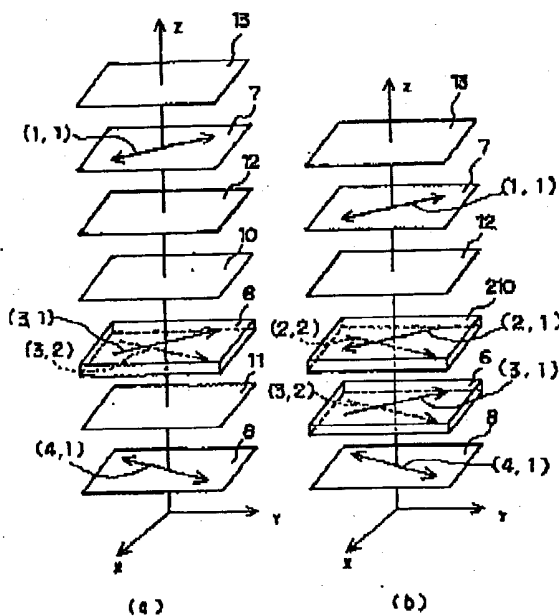
【符号の説明】

1…第1の電極、2…第1の基板、3…第2の電極、4…第2の基板、5…光制御素子、6…駆動用液晶セル、7、8…偏光板、9…駆動用液晶表示素子、10、11…光学異方素子、12…光制御素子、13…反射防止層、14…駆動電源

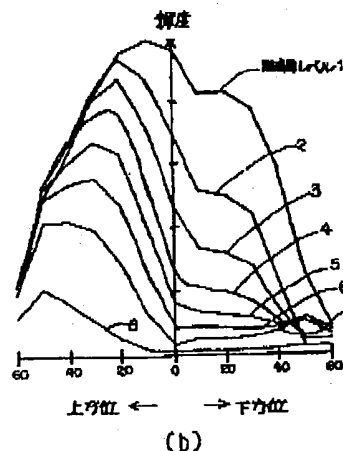
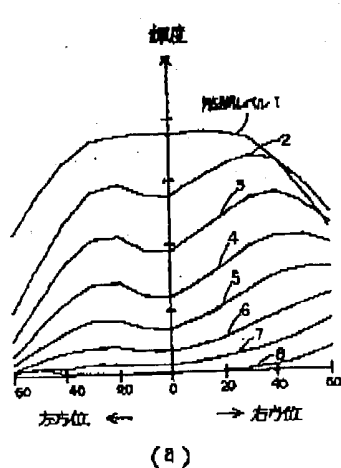
【図1】



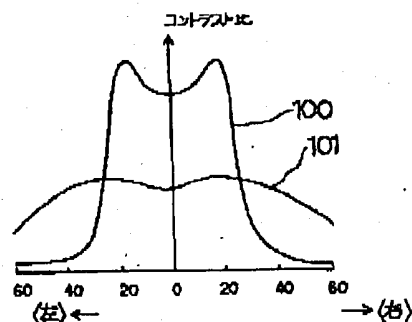
【図2】



【図3】



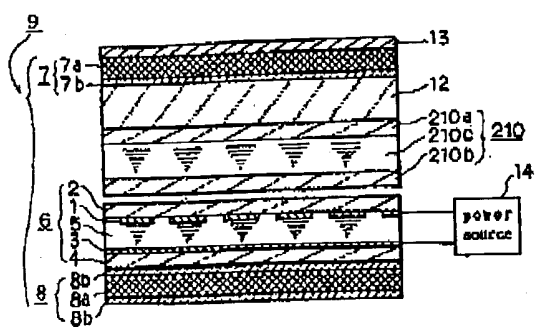
【図5】



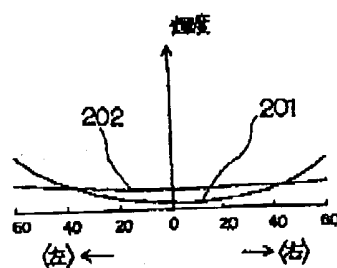
(12)

特開平9-50026

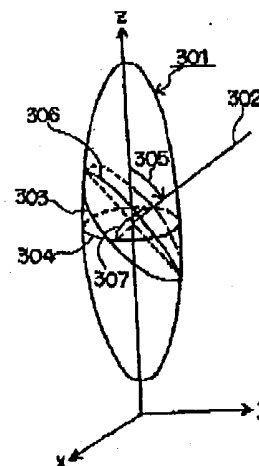
【図4】



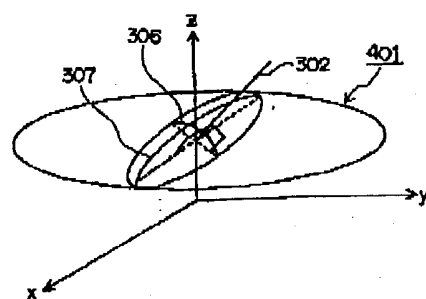
【図6】



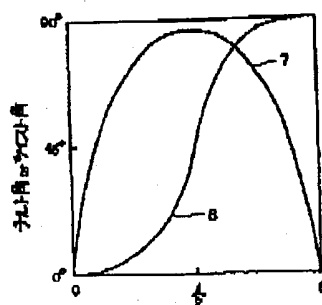
【図7】



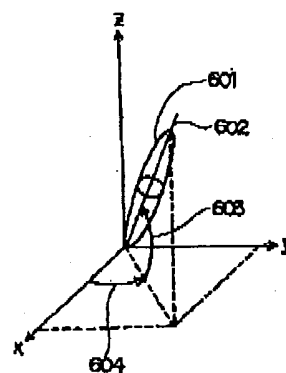
【図8】



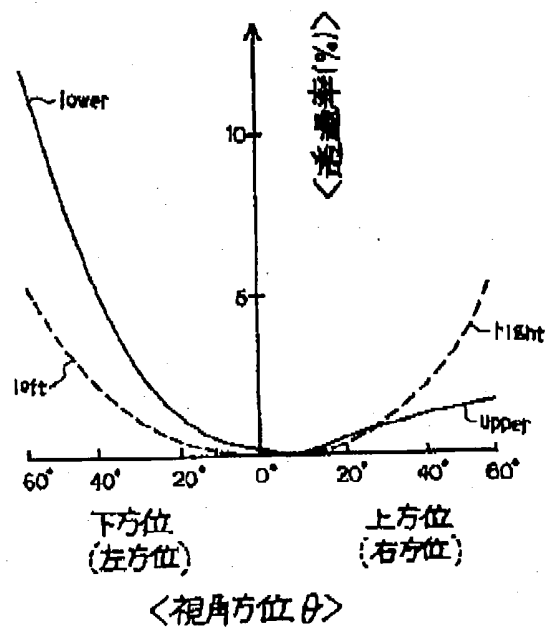
【図9】



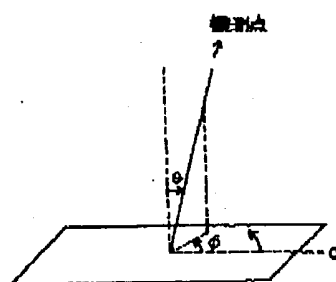
【図10】



【図11】



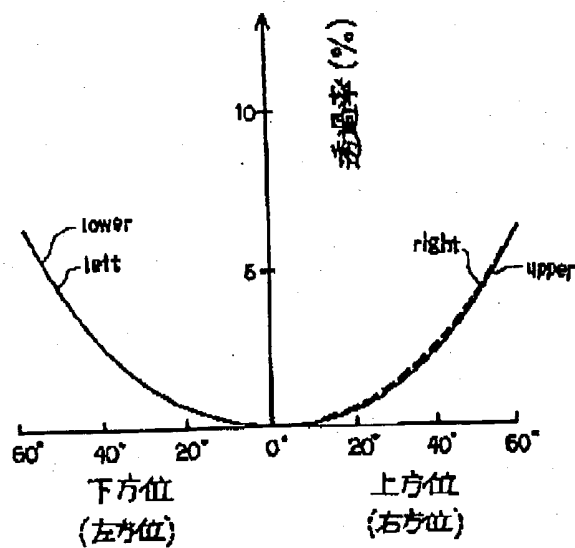
【図12】



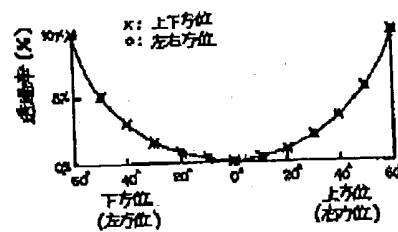
(13)

特開平9-50026

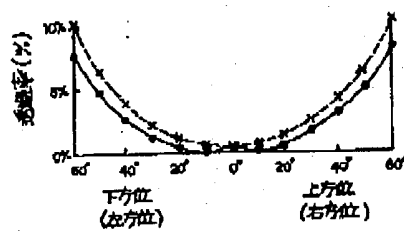
【図13】



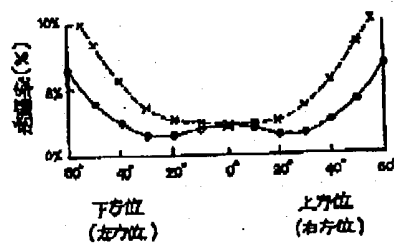
【図14】



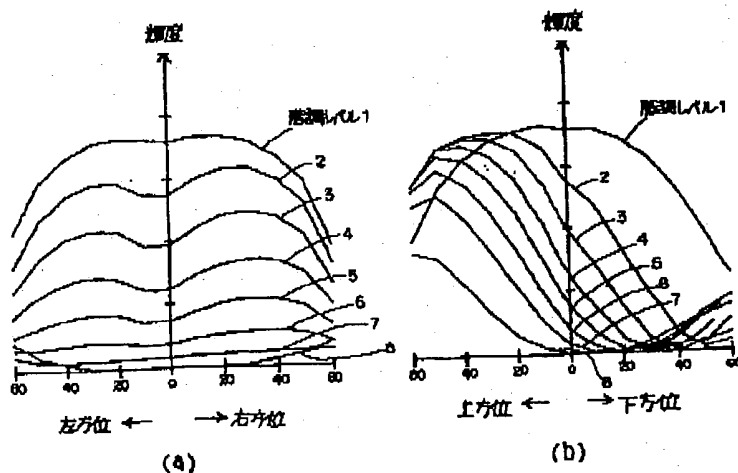
【図15】



【図16】



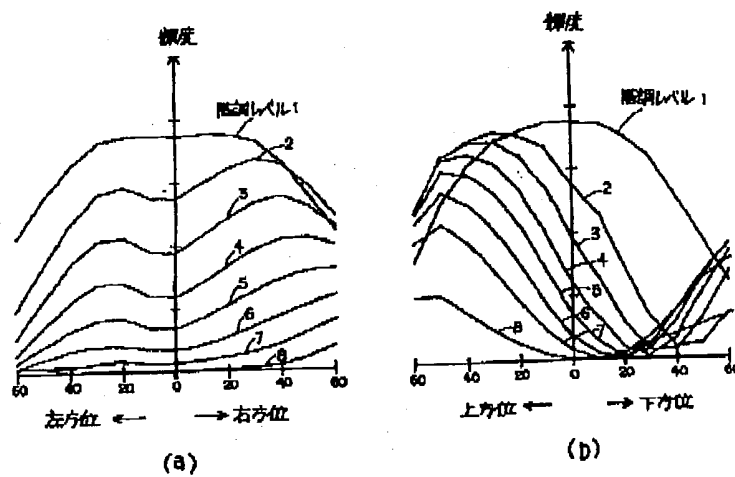
【図17】



(14)

特開平9-50026

【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 羽藤 仁
 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
 式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 本多 卓
 大阪府高槻市塚原2丁目10番1号 住友化
 学工業株式会社内
 (72)発明者 清水 朗子
 大阪府高槻市塚原2丁目10番1号 住友化
 学工業株式会社内